

# 基于浮游植物图像的模糊算子边缘检测算法

陈 成, 杨晨晖, 聂 文, 龚元浩  
(厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

**摘 要:** 在参阅相关文献的基础上, 对 Pal- King 模糊算法进行了改进, 提出了自适应阈值的图像模糊边缘检测算法, 并将其应用于海洋浮游植物细胞图像识别中; 此外图像的预处理中采用了自适应的相对模糊增强, 其对边缘信息进行相对增强的同时, 也有效地抑制了噪声, 对边缘检测的效果有了很大的改善; 最后将算法结果与 canny 算子, Pal- King 算子所做的边缘检测结果进行比较, 显示出较好的效果。

**关键词:** 浮游植物; Pal- King; 自适应; 相对

**中图分类号:** TP301.6      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673- 629X( 2009) 03- 0022- 03

## Based on Marine Phytoplankton Cells Images of Fuzzy Operator Edge Detection Algorithm

CHEN Cheng, YANG Chenrui, NIE Wen, GONG Yuanhao  
(School of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Refer to the literature, improved Pal- King fuzzy algorithm and put forward the adaptive threshold of the images fuzzy edge detection algorithm, and applicated it on the recognition of marine phytoplankton cells image. Besides, the relative self- adaptive fuzzy enhancement also has been used before edge detection, it has increased the edge information and suppressed the noise simultaneously, which has greatly improved the effect of edge detection. At last, compared with the result of canny operator and showed great result.

**Key words:** phytoplankton; Pal- King; self- adaptive; relative

### 0 引 言

海洋浮游植物既是重要的海洋生物资源, 又是赤潮等自然灾害的肇事者。赤潮是全球性的海洋环境问题之一。近年来, 随着沿海经济的高速发展, 工业废水和生活污水大量排入海中, 加上近海高密度的养殖, 加重了水体的富营养化程度, 致使赤潮愈演愈烈, 不仅严重破坏了海洋渔业和水产资源, 甚至威胁到人类的身体健康和生命安全。应此对海洋浮游植物细胞图像的识别对有效的鉴定和防御赤潮的发生有重要的意义。

在对 Pal- King 算法<sup>[1]</sup>进行改进后, 并将其应用于海洋浮游植物细胞图像识别中; 此外图像的预处理中采用了自适应的相对模糊增强。该算法为后面的图像识别起到很好的铺垫作用。

海洋浮游植物图像按拍摄方式分包括水样照片与固定玻片照片。水样照片是直接对海水样本进行拍摄

收稿日期: 2008- 07- 07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目( 40627001)

作者简介: 陈 成( 1983- ), 男, 安徽池州人, 硕士研究生, 研究方向为图像处理与模式识别; 杨晨晖, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向为图形图像处理与模式识别。

所得, 而固定玻片照片这是对海水样本进行人工提取后, 再进行拍摄, 所含杂质相对较少。文中提出的边缘检测算法主要是针对固定玻片照片和一些含噪声较少的水样照片。

### 1 传统基于模糊集理论的 Pal- King 图像增强算法

1983 年 Pal 和 King 引用模糊集的概念, 提出了一种模糊边缘检测算法, 其思想主要是用隶属度函数  $G$  将图像像素矩阵映射到一个模糊隶属度矩阵; 然后对该矩阵做非线性  $T_r$  变换, 即加强边缘信息, 弱化非边缘信息; 最后在该矩阵做  $G^{-1}$  逆变换得到处理后的图像。然而其提出的隶属度函数  $G$  包含了复杂的浮点运算, 极大地增加了时间复杂性, 而在  $T_r$  变换, 阈值  $u$  取 0.5, 这样对该算法的使用有很大的局限性, 所以后续的很多改进算法主要针对其隶属度函数进行改进, 如文献[2, 3] 均提出了一个简化了的隶属度函数, 减小算法的复杂性。在此基础上提出了自适应的阈值选取, 并将其应用到海洋浮游植物图像识别中去, 取得了一定的效果。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

2 模糊算子检测边缘的预处理方法

我们知道采用模糊算子检测边缘一般都会使灰度值大的边缘像素值更大,而使灰度值小的像素值更小。而海洋浮游植物细胞图像一般灰度值都较低,背景色与前景色像素值差别不大,因此在对图像进行边缘检测之前对图像的边缘进行增强,可以使得效果有显著的提高。

对于一灰度图像,一般采用增强边缘信息来达到对比度增强,文中采用了自适应的相对模糊增强,首先找到图像中的非边缘点,然后对它们的像素值进行自适应的弱化。具体步骤如下:

- (1) 非边缘点的判定<sup>[4]</sup>。
- 对于一个二值化的图像,在其中的一个  $3 \times 3$  模板(如下所示)

$B_1$	$B_4$	$B_7$
$B_2$	$B_5$	$B_8$
$B_3$	$B_6$	$B_9$

如果满足  $B_5^* = B_5 * \overline{B_2 * B_4 * B_6 * B_8} = 1$ , 其中  $B_5 = 1, B_i = 0$  或  $1(i = 2, 4, 6, 8)$  则可认为  $B_5$  为边缘点。

可以将该方法推广到灰度域中。取一个阈值  $u$ , 当  $|B_5 - B_i| < u$  可以认为  $B_5$  与  $B_i$  具有相同的灰度值, 即当  $B_2, B_4, B_6, B_8$  均满足上述条件时, 就可认为  $B_5$  为非边缘点, 否则就可认为  $B_5$  为边缘点。并将此模板应用于整幅图像, 找出其中的非边缘点进行处理。

- (2) 对非边缘点进行模糊弱化。
- 找到非边缘点以后, 用上述  $3 \times 3$  模板, 查找该像素点周围八邻域内与其灰度值相同的像素点, 并统计其个数, 记为  $Y$ 。

注: 类似(1) 中方法进行查找。

$$Y = \sum_{i=1, i \neq 5}^9 D(|B_5 - B_i|) \tag{1}$$
$$D(x) = \begin{cases} 1, & x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \tag{2}$$

然后用  $F$  对非边缘点进行模糊弱化。

$$F = F(Y) = \frac{2 \times Y \times C}{Y^2 + C^2} \tag{3}$$
$$B'_5 = B_5 * F \tag{4}$$

其中  $C$  为常数, 取  $0 \sim 8$  之间的整数, 一般情况下取 2 或 3, 因为我们知道一个像素点周围有 2 或 3 个像素点时, 该点最有可能为边缘点。

将此模板应用到所有的非边缘点, 就可以得到非边缘点弱化了图像, 相对增强了边缘点, 同时对非边缘点有一定的抑制作用, 此处理增强了后续边缘检测的效果。

3 边缘检测算法具体步骤

浮游植物细胞图像中含有大量的噪声, 而且轮廓不清晰, 传统的边缘检测算法检测的结果依然含有大量的噪声。模糊算子边缘检测算法在检测图像的边缘的同时也会有效地限制噪声, 效果比较明显。

- 对于一个有  $M \times N$  个像素的  $L$  级灰度图像
- (1) 用  $G$  对图像像素矩阵的像素值进行归一化处理。

$$u_{mn} = G(l_{mn}) = \frac{l_{mn}}{L - 1} \tag{5}$$
$$L = \max(l_{mn}) \tag{6}$$

- 其中  $l_{mn}$  为原图像的像素矩阵的像素值。
- (2) 计算像素矩阵的平均值来确定阈值。

$$\text{sum} = \sum_m \sum_n l_{mn} \tag{7}$$
$$u = \frac{\text{sum}}{(L - 1) * M * N} \tag{8}$$

- (3) 对图像边缘信息进行增强。
- $$u'_{mn} = T(u_{mn}) = \begin{cases} 2 * u_{mn}^2 & 0 < u_{mn} < u \\ 1 - 2 * (1 - u_{mn})^2 & u < u_{mn} < 1 \end{cases} \tag{9}$$

- (4) 用  $G^{-1}$  得到处理后的图像。
- $$l'_{mn} = G^{-1}(u'_{mn}) = u'_{mn} * (L - 1) \tag{10}$$
- (5) 用  $\min$  算子或  $\max$  算子对其做边缘检测, 得到

的边缘矩阵为

$$E_{\text{edge}} = |l'_{mn} - \min_w \{l'_{ab}\}| \tag{11}$$

其中  $w$  为以像元  $(a, b)$  为中心的  $3 \times 3$  的矩阵。

与传统的模糊算子算法 Pal- King 算法相比, 该算法选取了线性函数作为隶属度函数, 这样在算法的时间复杂性上有很大的提高, 此外在阈值的选取上采用了自适应的阈值选取, 不同的图像阈值根据其图像的平均阈值的不同选取不同的值, 对去噪效率以及适应性都有了较大的提高。

4 实验结果分析与讨论

如图所示, 图 1 是一幅来自厦门大学硅藻实验室的硅藻图片, 首先对其做基本的滤波平滑处理, 再在此基础上对其做其他操作。

- (1) 首先用文中的方法对其做边缘检测, 得到效果图 3; 然后用 canny 算子对其做边缘检测, 得到效果图 2。通过比较可以发现 canny 算子边缘检测可以得到较为清晰的轮廓, 但同时也留下大量的噪声信息, 而文中的算法可以得到较为清晰的轮廓同时也抑制了大部分的噪声。
- (2) 用文献[2] 中的方法( 固定阈值  $u = 0.55$ ) 对图 2 做边缘检测, 得到效果图 4。可以明显地看出

图 4 在除去大量的噪声的同时,也滤去了很多轮廓信息。效果很差。

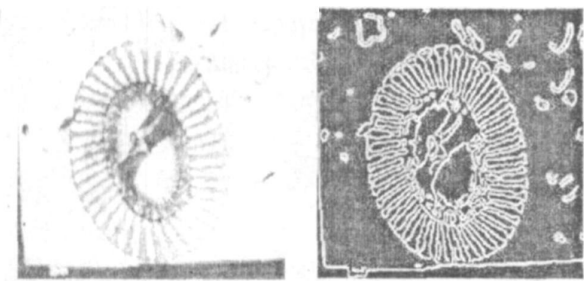


图 1 原图      图 2 Canny 算法处理结果

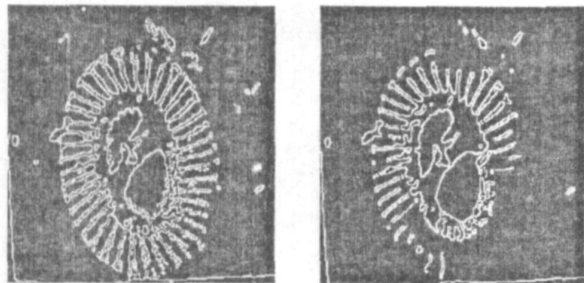


图 3 文中算法处理结果      图 4 文献[2]中方法处理结果

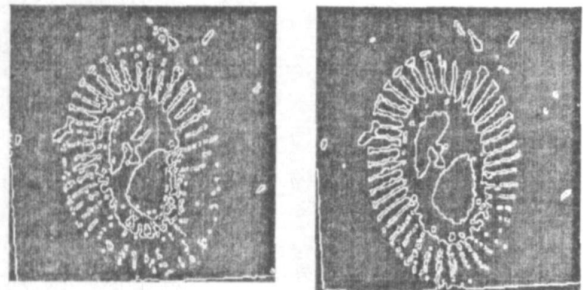


图 5 文中算法中忽略自适应模糊增强所得到的结果      图 6 Pal-King 算法处理结果

(3) 在用文中的方法做边缘检测时,忽略自适应相对模糊增强这一步操作,得到效果见图 5,可以看出其轮廓多处被截断,导致信息丢失,同时也留下一定量的噪声。可见自适应相对模糊增强对于边缘增强和噪声的抑制有一定的作用。

(4) 用传统的 Pal- King 算法对图 2 做边缘检测得到效果见图 6,同时对算法所用时间与文中的算法进行比较(见表 1)。

表 1 Pal- King 算法与文中算法

	Pal- King 算法时间	文中算法时间
硅藻图像(图 1)	196s	149s

从算法所用时间比较可以看出传统 Pal- King 算法在轮廓检测上丢失了一定的信息,效果没有文中算法好,同时时间上是文中算法的 1.3 倍。可以看出文中在检测效果和时间复杂度上相对传统 Pal- King 算法都有一定的优势。

注:文中的试验环境是 VC 6.0 下,并加载了 OpenCV<sup>[5]</sup>。

参考文献:

[1] Pal S K, King R A. On edge detection of X- ray images using fuzzy sets[ J]. IEEE Trans Patten Anal Mach Intell, 1983, 5( 1): 69- 77.

[2] 王 倩,阮海波,李俊山,等. 快速模糊边缘检测算法[ J]. 中国图象图形学报, 2001, 6( 1): 92- 95.

[3] 洪文松,陈武凡. 实现图象边缘检测的改进广义模糊算法[ J]. 中国图象图形学报, 1999, 4( 2): 143- 146.

[4] 赵文仓,姬光荣,皱纹俭,等. 浮游植物细胞图像识别方法的研究[ J]. 计算机工程, 2005, 31( 24): 143- 144.

[5] 刘瑞祯,于仕琪. OpenCV 教程- 基础篇[ M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.

(上接第 21 页)

编程者可根据表 1,结合自身的需求选择适合的编程方法。

4 结束语

文中对 .NET 环境下几种数据库访问技术进行剖析,这些技术也是当前技术的主流。各种数据访问技术都有着自己的优点和不足,因此在实际应用中,并不存在一致的、通用的数据访问模式,数据访问类的具体设计也需要根据具体需求而定。

参考文献:

[1] 刘平生. VISUAL C++ .NET 数据库开发技术与实践[ M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

[2] 李 隆,曹 钟 中. Visual C++ 中的 MFC DAO 编程[ J]. 微电子技术, 1999, 27( 2): 52- 56.

[3] 成 功,杨佃福. VC 中几种数据库访问技术的比较与选择[ J]. 计算机应用研究, 2002( 3): 82- 84.

[4] 叶 斌. VB 中数据库访问技术的比较与分析[ J]. 微机发展(现更名为: 计算机技术与发展), 2003, 13( 2): 83- 85.

[5] 刘高霞,史 浩,付新虎,等. 基于 Visual C++ 的 ADO. NET 编程[ J]. 计算机与自动化技术, 2006, 32( 3): 47- 49.

[6] 张牧笛,罗驱波,白静宜. ADO. NET 数据访问模型研究[ J]. 微计算机信息, 2008, 24( 23): 202- 204.

[7] 王 樱,徐雨明. VC++ 中数据库访问技术研究[ J]. 微计算机信息, 2006, 22( 43): 256- 258.

[8] 沈 龙. 关于 VB 数据库访问技术的研究[ J]. 苏州大学学报: 工科版, 2006, 26( 6): 72- 73.